Председателю совета по приоритетному направлению научно-технологического развития Российской Федерации, определенному пунктом 20(б) Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации

Заявка № 2020-20(б)-8983-5037 на разработку комплексной научно-технической программы

Комплексные системы обращения с коммунальными и промышленными отходами

Терминология и определения:

КПО – коммунальные и промышленные отходы

КСОО – комплексная система обращения с отходами

ТКО – твердые коммунальные отходы

RDF – (refuse derived fuel) – топливо из ТКО

Цель комплексной программы.

Разработка и внедрение экономически выгодных и экологически чистых передовых отечественных технологий переработки и утилизации твёрдых и жидких коммунальных и промышленных отходов с одновременной выработкой тепловой, электрической энергии и полезных продуктов.

В наиболее полном виде понятие «комплексная система обращения с отходами» (КСОО) означает применение ряда мероприятий, процессов и технологий, включающих в себя:

минимизацию производства отходов на стадии выпуска материальных продуктов; раздельный сбор мусора и автоматизированную сортировку отходов с использованием интеллектуальных роботизированных систем; рециклинг; компостирование органической части отходов; обязательную термическую переработку, в том числе, в сочетании с другими видами высококачественного топлива и промышленных отходов; выработку тепловой и электрической энергии, а также полезных продуктов; захоронение только нейтральных остатков от переработки отходов со стремлением в идеале этой доли к нулю; интеллектуальное (цифровое) управление всеми стадиями процесса обращения с отходами.

На практике варианты реализации КСОО (полностью, частично или в виде отдельных решений и технологий) определяются конкретными задачами и условиями.

Выполнение комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла обеспечит достижение следующих результатов в сфере экологии и энергетики (преимущественно, малой распределенной генерации):

развитие отечественной промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления;

снижение вредных выбросов всех типов при переработке и утилизации отходов;

производство искусственного топлива, тепла, электроэнергии, строительных материалов из отходов;

рециклинг - максимальное вовлечение отходов во вторичное использование;

минимизацию захоронения отходов на полигонах вплоть до нулевого уровня, до полного отказа от полигонов;

рекультивацию земель под полигонами;

развитие системы экотехнопарков в разных регионах страны;

импортозамещение технологий и оборудования по переработке и утилизации ТКО;

создание базы данных перспективных отечественных и зарубежных технологий полного инновационного цикла, разработчиков и производителей оборудования по

SHOUT
SHARE
IT

переработке и утилизации твердых и жидких коммунальных и промышленных отходов и рекультивации полигонов ТКО;

повышение качества жизни населения.

КНТП по КПО обеспечит выполнение следующих государственных проектов:

национальный проект «Экология»;

федеральный проект «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами»;

федеральный проект «Внедрение наилучших доступных технологий»;

федеральный проект "Чистая страна»;

Реализация КНТП по КПО лежит в русле стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года и комплексной стратегии обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации, рассчитанную до 2030 года, создание сети экотехнопарков.

Цель КНТП соответствует целям Указа Президента от 21.07.2020 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», в котором в рамках национальной цели «Комфортная и безопасная среда для жизни» заявлено:

создание устойчивой системы обращения с твердыми коммунальными отходами, обеспечивающей сортировку отходов в объеме 100 процентов и снижение объема отходов, направляемых на полигоны, в два – это мало, может быть 4 два раза;

снижение выбросов опасных загрязняющих веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека, в два два – это мало, может быть 4 раза;

ликвидация наиболее опасных объектов накопленного вреда окружающей среде и экологическое оздоровление водных объектов, включая реку Волгу, озера Байкал и Телецкое разве там есть большие сбросы?

Реализация комплексной программы по КПО важна для достижения результатов по вышеуказанным приоритетам научно-технологического развития Российской Федерации, которыми являются:

повышение качества жизни населения,

технологическое обновление традиционных отраслей экономики,

увеличение доли продукции высокотехнологичных и наукоёмких отраслей в ВВП, продвижение российских технологий и инновационных продуктов на новые рынки, эффективная система организации исследований и разработок и т.д.

Реализация Программы позволит решить научно-технические и социально-экономические задачи страны в сфере обращения с отходами и получить результаты мирового уровня путем разработки и внедрения инновационных технологий и продуктов в рамках приоритетов, определенных Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утверждённой Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. N 642, а именно:

а) переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта;

б) переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии;

д) противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства.

2. Обоснование актуальности комплексной программы/комплексного проекта (важность реализации комплексной программы, комплексного проекта для достижения результатов, указанных в пункте 1 настоящей заявки)

В Стратегии НТР России обозначены следующие вызовы для общества, государства и науки, которые могут быть решены при выполнении КНТП: исчерпание возможностей экономического роста, основанного на экстенсивной эксплуатации сырьевых ресурсов; возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду, риски для жизни и здоровья граждан.

По данным Федеральной службы государственной статистики ежегодно в России образуется более 5 млрд. т отходов, из них 70 млн. т – ТКО, 30 млн. т – жидкие КО.

Согласно данным, приведенным в Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года, образуется твёрдых промышленных отходов:

горно-обогатительных комбинатов – 86,8 процента общего количества образующихся отходов в Российской Федерации за 2016 год;

древесных отходов - свыше 200 млн. куб. метров отходов древесины;

бумаги, пригодной к переработке – 12 млн. т.

отходов шин, покрышек, резиновых камер – около 100 тыс. т.

металлургическое производство - 5,6 процентов, сельское и лесное хозяйство - 0,9 процента, энергетика и коммунальное хозяйство - 0,5 процента, пищевая отрасль - 0,4 процента, строительство, химическое производство и производство неметаллических минеральных продуктов - по 0,3 процента.

Подавляющее большинство отходов IV-V классов опасности направляется на захоронение на полигоны или несанкционированные свалки. Сложившаяся ситуация свидетельствует о необходимости создания и развития отрасли промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов в единой комплексной системе межотраслевого взаимодействия с хозяйствующими субъектами, производящими строительную и иную продукцию из отходов строительства и сноса.

Согласно Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года свыше 30 млрд. т отходов накоплено в результате прошлой хозяйственной и иной деятельности. По итогам инвентаризации территорий выявлено 340 объектов накопленного вреда окружающей среде, около 15 тыс. санкционированных объектов размещения отходов занимают территорию общей площадью примерно 4 млн. га.

Полигоны ТКО в РФ являются территориями повышенной экологической опасности, в том числе с риском замедленного и отсроченного действия. Одним из основных препятствий при переработке ТКО являются пищевые и органические отходы. Именно они ответственны за специфический запах выработку метана и сероводорода. Без пищевых отходов мусор намного лучше поддается сортировке и переработке.

В России ежегодный выход органических отходов составляет 148,5 млн. т сухого вещества, из которых 104 млн. т приходится на навоз сельскохозяйственных животных и помет птицы, 42 млн. т - органические фракции твердых бытовых отходов и 2,5 млн. т - осадки сточных вод. Органическая фракция должна быть предварительно ферментирована и компостирована, после чего она может быть использована для получения органических удобрений или переработки при помощи термохимических методов.

По экспертным оценкам и исследованиям, более 80 процентов юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих деятельность в отраслях промышленности - основных потребителях отходов, используют в производственном процессе **зарубежные технологии, технику и оборудование.**

Вместе с тем, развитие научных исследований, направленных на создание технологий использования вторичного сырья из отходов, является перспективным направлением, отраженном в прогнозе научно - технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. Большое значение в рамках научно-технологического

развития будет иметь разработка энергосберегающих технологий глубокой переработки техногенного сырья всех видов, технологий экологически безопасной утилизации отходов с получением ценных продуктов, экологически безопасного обезвреживания отходов, энергетического использования биомассы, переработки твердых минеральных отходов с комплексным использованием минеральной части. Актуальной задачей представляется проведение исследований по созданию альтернативных топлив из биомассы и органических отходов, строительных материалов из отходов рудообогатительных фабрик, а также по использованию вторичного сырья, удобрений и готовой продукции на основе переработки отходов и стоков, отходов добычи и переработки полезных ископаемых, удобрений из осадков сточных вод. Перспективным направлением научно-технологического развития является проведение научных исследований и опытно-конструкторских разработок по созданию высокотехнологичного оборудования для утилизации различных видов сортированных и несортированных отходов с получением вторичного сырья и готовой продукции, экологически безопасной и ресурсосберегающей переработки отходов с получением изделий, материалов и ценных компонентов и обезвреживания чрезвычайно опасных и высоко опасных отходов.

В Стратегии перечислены источники КПО: предприятия по добыче нефти и природного газа, нефтеперерабатывающие заводы, предприятия, эксплуатирующие установки для газификации и сжигания угля или битумных сланцев; предприятия по хранению нефтяных, нефтехимических и химических продуктов;

тепловые электростанции и другие объекты, эксплуатирующие промышленные установки для сжигания топлива; золоотвалы тепловых электростанций и котельных;

предприятия для извлечения, переработки, промышленного производства асбеста и асбестосодержащих изделий, химической промышленности всех видов; по производству целлюлозы и бумаги; предприятия, содержащие гальванические производства, цеха;

деревообрабатывающие и домостроительные комбинаты,

предприятия лесного комплекса.

предприятия черной и цветной металлургии;

полигоны промышленных отходов и твердых коммунальных отходов;

предприятия, эксплуатирующие сооружения по очистке промышленных и коммунально-бытовых вод;

предприятия по добыче, извлечению и обогащению металлических руд и угля, добыче нерудных полезных ископаемых;

животноводческие комплексы (свиноводческие, по откорму молодняка крупного рогатого скота, молочные), звероводческие комплексы и птицефабрики.

Для каждого из вышеперечисленных источников КПО в КНТП будет разработана технология утилизации отходов.

Обзор состояния дел по переработке отходов в мире, описание технологий и обоснования по применению плазменных технологий переработки отходов приведены в Приложении 1 – статья академика С.В. Алексеенко «Fuel of waste».

3. Комплексные задачи, на решение которых направлены комплексная программа/комплексный проект

Комплексная программа включает в себя 5 технологических направлений и 13 проектов.

I. Цифровые технологии

1. Интеллектуальное (цифровое) управление комплексными системами обращения с отходами и технологическими процессами переработки отходов (цифровые платформы).

Цель проекта

Стратегическое планирование, мониторинг и оперативное управление комплексными системами переработки отходов на 3 уровнях: предприятие, регион, страна.

Создание интерактивной базы данных структуры, объема и хранения отходов, технологий, предприятий по производству отходов, предприятий, производящих оборудование по переработке отходов, комплексов утилизации отходов.

Создание интегрированного суперкомпьютерного программного обеспечения (цифровых платформ) с целью математического моделирования процессов утилизации и переработки отходов, образования и состава выбросов, распространения продуктов переработки, а также оценки экологических последствий и экологического мониторинга.

Задачи проекта

– разработка моделей случайного потока ТКО на конвейере с целью оценки рисков при последующей обработке;

– создание модуля статистической обработки данных технологических процессов и внешних источников для оптимизации режимов работы и оценки рисков;

– разработка БД для хранения информации о входных данных;

– создание интегрированного и программного окружения для математического моделирования многофазных процессов тепло-массопереноса в технологиях утилизации и переработки отходов;

– разработка инструментальных методик исследования, измерения и контроля конденсированных и газообразных продуктов горении/пиролиза отходов;

– ранжирование продуктов по степени опасности и вредности для человека и природной среды;

– исследование путей и механизмов деструкции и эволюции наиболее опасных продуктов под действие искусственных и природных факторов;

– разработка математических моделей и программного обеспечения для описания процессов трансформации и распространения продуктов в атмосфере;

– разработка моделей, алгоритмов и программ для моделирования динамики спектра аэрозольных частиц в процессе плазменного горения;

– разработка математического обеспечения для цифрового двойника процессов переносов и трансформации загрязнения атмосферы, а также его мониторинга, на основе моделей адвекции-диффузии-реакции с учетом образования вторичных продуктов и усвоением данных мониторинга;

– адаптация гидродинамической модели для симуляции атмосферных циркуляций и распространения примесей в районе выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;

– разработка методов оперативного внешнего контроля процессов атмосферного загрязнения продуктами сжигания отходов на основе малопараметрических моделей оценивания характеристик источников и полей концентраций атмосферных примесей;

– программная реализация процедур численного анализа данных мониторинга загрязнения атмосферы и планирования сетей наблюдений в окрестностях предприятий утилизации отходов;

– введение и (или) учет стохастических компонент в адекватных математических и численных моделях утилизации отходов;

– создание алгоритмов оперативного обнаружения критических изменений статистических данных при мониторинге процессов утилизации отходов;

– обеспечение участников проекта вычислительными ресурсами, создание цифровых платформ проекта.

Результаты выполнения проекта:

- интерактивная база данных структуры, объема и хранения отходов, технологий, предприятий по производству отходов, предприятий, производящих оборудование по переработке отходов, комплексов утилизации отходов;

интегрированное суперкомпьютерное программное обеспечение (цифровые платформы) математического моделирования процессов утилизации и переработки отходов, образования и состава выбросов, распространения продуктов переработки, а также оценки экологических последствий и экологического мониторинга;

- уменьшение затрат и времени на проектирование заводов по утилизации и переработке ТКО;
- создание базы данных по имеющимся и утилизируемым отходам для последующей статистической обработки и численных расчетов в разрабатываемых моделях;
- появление инструмента для прогнозирования и снижения экологического вреда и ущерба окружающей среде в результате огневого уничтожения отходов;
- появление цифровых двойников процессов переносов и трансформации загрязнения городской атмосферы, почвы и воды, что позволит оценивать различные сценарии воздействия на окружающую среду в зависимости от особенностей технологического процесса и условий функционирования предприятия по переработке ТКО, а также эффективности системы мониторинга;
- картографирование состояния загрязнения территорий, оценки атмосферных выбросов примесей, анализ ингаляционных рисков здоровью населения.

Будет построен вычислительный комплекс с пиковой производительностью более 0.5 ПФЛОПС и многоуровневая система хранения данных суммарной емкостью более 1ПБ.

2. Автоматическая сортировка ТКО на основе искусственного интеллекта (Сортировка).

Цель – разработка технологии автоматической роботизированной сортировки ТКО с отбором вторсырья, предназначенной для использования на мусоросортировочных комплексах для досортировки, сортировки пластиковой тары и других объемных отходов.

Технология основана на алгоритмах распознавания образов, на применении искусственных нейронных сетей и мультиспектрального машинного зрения.

Задачи проекта: разработка программно-аппаратного комплекса управления сортировочной линии на основе нейронных сетей и системы распознавания образов; создание базы данных образов, роботизированного опытно-промышленного образца мусоросортировочного комплекса.

Производительность комплексов автоматической сортировки ТКО на основе нейронных сетей с отбором вторсырья – от 5 тыс. т до 250 тыс. т в год.

Результаты выполнения проекта:

разработка и производство отечественных автоматических мусоросортировочных комплексов, оборудованных программно-аппаратными комплексами управления на основе искусственного интеллекта и базы данных образов,

вовлечение во вторичное использование не менее 40% твердых коммунальных отходов.

Производительность опытно-промышленных комплекса автоматической сортировки ТКО на основе нейронных сетей с отбором вторсырья – 5 тыс. т в год.

II Термическая переработка ТКО и других органических отходов

3. Плазменная газификация.

Цель проекта:

разработка плазменных технологических процессов уничтожения твёрдых и жидких отходов;

разработка плазменных процессов утилизации твёрдых коммунальных отходов; осадков сточных вод; золошлаковых отходов ТЭЦ, медицинских отходов;

разработка новых, мощных и эффективных источников плотной низкотемпературной плазмы;

строительство и опытная эксплуатация опытно-промышленных образцов технологических процессов и установок.

Задачи проекта

1. Завершение НИОКР и проведение сертификационных испытаний технологий.
2. Строительство опытно-промышленного образца установки плазменной газификации ТКО.
3. Опытная эксплуатация установки плазменной газификации ТКО. Доработка технологии и документации. Сертификация.
4. Актуализация проекта установки плазменной высокотемпературной минерализации отходов здравоохранения классов.
5. Строительство опытно-промышленного образца установки плазменной высокотемпературной минерализации отходов здравоохранения.
6. Опытная эксплуатация установки плазменной высокотемпературной минерализации отходов здравоохранения. Доработка технологии и документации. Сертификация.
7. Разработка технологии плазменной высокотемпературной минерализации опасных промышленных органических отходов.
8. Проектирование опытно-промышленной установки плазменной высокотемпературной минерализации опасных промышленных органических отходов.
9. Строительство опытно-промышленного образца установки плазменной высокотемпературной минерализации опасных промышленных органических отходов.
10. Опытная эксплуатация установки плазменной высокотемпературной минерализации опасных промышленных органических отходов. Доработка технологии и документации. Сертификация.
11. Организация производства и тиражирования установок.
12. Оказание услуг по утилизации ТКО, опасных медицинских отходов, опасных промышленных органических отходов.

Результаты проекта

Производительность опытно-промышленной установки:

газификации ТКО — 2 т/ч (16 тыс. т/год);

высокотемпературной утилизации медицинских отходов — 150 кг/ч (1,2 тыс.т/год);

высокотемпературной минерализации опасных промышленных органических отходов — 100 кг/ч (0,8 тыс. т/год).

Количество введенных в эксплуатацию комплексов в России: к 2025 году — 3 шт.; к 2030 году — до 20 шт.

4. Пиролиз с твердым теплоносителем для получения электроэнергии, тепла и полезных продуктов из отходов лесопромышленного и с/х комплексов

Цель проекта

разработка научных основ и создание опытно-промышленной установки – полигенерирующей системы для получения электроэнергии, тепла и полезных продуктов из отходов лесопромышленного и сельскохозяйственного комплексов.

Задачи проекта:

разработка и создание новых когенерационных энергоустановок при частичной конверсии биомассы и отходов производств в синтетический газ высокой теплотворной способностью;

создание опытно-промышленной установки;

отработка технических решений получения компонентов моторных топлив из синтетического газа.

Результаты проекта

Опытно-промышленная установка с тепловой мощностью до 10 МВт с долей выработки электроэнергии до 30 % с КПД более 30 %, производящая генераторный газ с теплотой сгорания 12 – 14 МДж/м^3 и соотношением водорода и моноксида углерода, пригодным к получению компонентов моторных топлив без использования водорода. Снижение вредных выбросов в 5 – 10 раз по сравнению с существующими котельными.

5. Сжигание и газификация топлив в циркулирующем кипящем слое для переработки отходов добычи и обогащения углей. Совместное сжигание органосодержащих отходов с ископаемыми топливами

Цель проекта:

разработка научных основ и создание опытно-промышленной установки для переработки отходов добычи и обогащения углей в циркулирующем кипящем слое.

Задачи проекта:

- разработка научных основ и отечественных технических решений для экологически чистого сжигания и газификации отходов производств с использованием технологии циркулирующего кипящего слоя (ЦКС);

- разработка проекта отечественного котла с ЦКС для сжигания различных отходов производств – отходы добычи и переработки угля, отходы нефтепереработки, отходы лесопромышленного и сельскохозяйственного комплекса;

- реализация проекта на конкретном объекте, проверка соответствия заявленным показателям и разработка рекомендаций для тиражирования.

Новые отечественные разработки конструкций котлов с ЦКС будут предусматривать наиболее выгодные с экономической точки зрения с учетом перспективы их роста параметры пара, максимальное повышение КПД, унификацию оборудования, возможность использования местных топлив и отходов производств, минимальные вредные выбросы, а также будут предусматривать технические решения, которые следует реализовать для улавливания CO_2. Последняя тематика представляется крайне важной, так как новые строящиеся блоки в Европе обязаны быть готовыми к улавливанию CO_2.

Вид перерабатываемых отходов: отходы добычи и обогащения угля с зольностью до 65 % и теплотой сгорания 1500 - 3000 ккал/кг; сельскохозяйственные и древесные отходы при совместном сжигании с углем (в основном с влажностью до 30 - 60 % и теплотой сгорания 1500 – 4000 ккал/кг); отходы нефтепереработки – нефтяной кокс с низким выходом летучих и высоким содержанием серы.

Результаты проекта

Разработана экологически чистая технология термической переработки отходов добычи и обогащения углей в циркулирующем кипящем слое.

Создана опытно-промышленная установка с тепловой мощностью до 300 МВт, производством в год до 700 тыс. МВт·ч электроэнергии и до 100 тыс. Гкал тепла с высокой рентабельностью за счет низкой цены топлива, с производительностью по отходам до 600 тыс. тонн в год.

Снижение вредных выбросов оксидов азота и серы, выбросов парниковых газов (при совместном сжигании ископаемых топлив и биомассы без использования специальных средств улавливания азота и серы) - в 5 – 10 раз.

Рост эффективности работы ТЭС за счет топливной гибкости котлов с ЦКС и возможности работы при глубоких разгрузках в ночное время.

6. Энергетическая утилизация ТКО для ТЭС электрической мощностью 12МВт и более

Цель проекта:

разработка технологических основ экологически безопасного метода энергетической утилизации ТКО для создания отечественной ТЭС, основным топливом которой являются ТКО (ТЭС на ТКО), с учетом мирового опыта, перспективных направлений в развитии российской электроэнергетики и современного состояния отечественного машиностроения в России

Задачи проекта:

- экспериментальное исследование процессов термической утилизации ТКО на действующих в России установках;
- повышение эффективности преобразования энергии ТКО в электрическую и тепловую энергии;
- лабораторные и полупромышленные исследования коррозионной стойкости различных марок сталей в обоснование повышения параметров пара энергоустановок;
- экспериментальное обоснование эффективности применения технологии очистки образующихся при сжигании ТКО дымовых газов с применением полусухого метода;

расчетно-экспериментальный анализ твердых остатков, образующихся при сжигании ТБО, и выбор метода их дальнейшей утилизации;

разработка профиля отечественной ТЭС на ТКО для типового ряда 12 МВт, 24 МВт и 36 МВт.

Результаты проекта

Создание опытно-промышленной ТЭС производительностью по сжигаемым ТКО – 180 тыс. т в год, электрической мощностью - 12 МВт, с производством тепловой энергии и золошлаковым инертным полуфабрикатом для использования в стройиндустрии и дорожном строительстве.

Уровень вредных выбросов ТЭС не превышает установленных норм по Европейским стандартам

Достигаемая степень конверсии ТКО – более 80%.

Количество вводимых в эксплуатацию ТЭС различной мощности – до 30 в год.

7. Технология низкоэмиссионного сжигания жидких горючих отходов с производством тепловой энергии

Цель комплексного проекта

Разработка технологии низкоэмиссионного сжигания жидких горючих отходов в присутствии водяного пара с производством тепловой энергии, в том числе в виде водоугольной суспензии.

Комплексные задачи, на решение которых направлен проект

- разработка и создание опытного образца горелочного устройства для утилизации жидких горючих отходов;
- опытная оптимизация конструктивных и режимных параметров горелочного устройства для сжигания некондиционных жидких углеводородов;
- достижение высоких экологических характеристик, в первую очередь низкий уровень выбросов оксидов азота в продуктах сгорания, соответствующих действующим нормативам;
- обеспечение возможности устойчивого и эффективного сжигания жидких горючих отходов в устройствах малой мощности.

Перерабатываемые отходы : отработанные масла, некондиционное дизельное и печное топливо, нефтяные шламы, отходы нефтепереработки и нефтедобычи, сырая нефть (в т.ч. в результате аварий), водоугольная суспензия.

Результаты проекта

Разработка экологически чистой технологии низкоэмиссионного сжигания жидких горючих отходов в присутствии водяного пара с производством тепловой энергии.

Разработка опытно-промышленного комплекса производительностью по отходам 5 т в сутки (2 МВт).

Производство комплексов производительностью от 200 кВт до 20 МВт (от 0,5 до 50 т/сутки).

III. Технологии сушки, измельчения и классификации твердых коммунальных и промышленных отходов.

8. Производство RDF из органической части ТКО.

Цель проекта

Разработка высокоэффективной технологии и комплекса оборудования с получением альтернативного топлива RDF (refuse derived fuel) из высококалорийных компонентов твердых бытовых отходов (пластик, бумага, картон, текстиль, резина, кожа, дерево и пр.) с теплотворной способностью не менее 20000 кДж/кг.

Задачи проекта

Завершение НИОКР по технологии подготовки и переработки твёрдых бытовых отходов в RDF.

Разработка опытно-промышленного комплекса по производству RDF производительностью от 2-10 т/ч.

Результаты проекта

Разработка высокоэффективной технологии и комплекса оборудования с получением альтернативного топлива RDF (refuse derived fuel) из высококалорийных компонентов твердых бытовых отходов (пластик, бумага, картон, текстиль, резина, кожа, дерево и пр.) с теплотворной способностью не менее 20000 кДж/кг.

Создание опытно-промышленного комплекса по производству RDF производительностью от 2-10 т/ч.

9. Комплексная переработка отвалов рудообогатительных фабрик.

Цель проекта - разработать инновационную ресурсо- и энергосберегающую технологию комплексной переработки отвалов рудообогатительных фабрик за счет их сухого (вторичного) обогащения, позволяющую получать металлосодержащие промпродукты и сырье для производства широкого спектра строительных материалов.

Задачи проекта.

Выполнение НИОКР.

- Составление плана горных работ для техногенного месторождения с целью использования в технологическом процессе усредненного сырья (войдет составной частью в технологический регламент и проект); выделение и отбор представительной технологической пробы на хвостохранилищах с целью проведения последующих научно-поисковых и технологических работ.

- Разделение представительной пробы техногенного сырья по фракциям и определение минерального состава и физико-химических характеристик фракций; оценка обогатимости фракций физическими методами и лабораторные испытания на промышленных аналогах обогатительного оборудования (гравитационное разделение, магнитная сепарация, электромагнитная сепарация и др.); получение трех видов сырьевых материалов: металлосодержащий (тяжелый) промпродукт, силикатная (песчаная) фракция и шламистая часть.

- Исследование возможности переработки металлосодержащего промпродукта для получения концентратов с использованием высокотемпературной технологии на базе струйно-эмульсионного энерго-металлургического агрегата; исследования и разработка технологий производства широкого спектра строительных материалов (заполнители, сухие строительные смеси, тротуарные плитки и дорожное строительство, пожалуй, самое емкое) на основе силикатной (песчаной) фракции; Исследования и разработка технологий

производства стеновых и строительных керамических материалов на основе шламистой части отходов. Разработка технологии использования шламистой части в производстве цементов и бетонов.

- Разработка конструкции и конструкторской документации опытного образца установки для эффективного разделения по фракциям на основании результатов математического моделирования; разработка конструкции опытного образца установки для получения концентратов на основе тяжелого металлосодержащего промпродукта.

Изготовление опытно-промышленного образца установки для разделения техногенного сырья по фракциям на основании разработанной конструкторской документации; изготовление опытного образца установки для получения концентратов на основе тяжелого металлосодержащего промпродукта.

Полупромышленные технологические испытания: отработка технологии разделения техногенного сырья по фракциям на опытной установке; отработка технологии получения концентратов на основе тяжелого металлосодержащего промпродукта.

Разработка технологического регламента технологии разделения техногенного сырья по фракциям; разработка технологического регламента производства широкого спектра строительных материалов на основе силикатной и шламистой части техногенного сырья; разработка технологического регламента производства концентратов на основе тяжелого металлосодержащего промпродукта; разработка технического задания на проектирование автоматизированного комплекса по переработке техногенного сырья, например, Мундыбашской обогатительной фабрики (Хвостохранилище №1).

Результаты проекта

Разработана ресурсо- и энергосберегающая технология комплексной переработки отвалов рудообогатительных фабрик за счет их сухого (вторичного) обогащения, позволяющая получать металлосодержащие промпродукты и сырье для производства широкого спектра строительных материалов.

Создан опытно-промышленный образец установки на хвостохранилище № 1 Мундыбашской обогатительной фабрики производительностью 150 тыс. т/год.

Уменьшение массы накопленных отходов РОФ и ГОКов на 80% за 10 лет.

IV. Каталитические и биотехнологии.

10. Каталитические технологии окисления иловых осадков коммунальных и промышленных очистных сооружений.

Цель комплексного проекта

Создание опытно-промышленных комплексов, их производство и внедрение на основе экологически чистых и экономически выгодных отечественных технологий по переработке твердых и жидких коммунальных и промышленных отходов, в том числе: Каталитического окисления иловых осадков коммунальных и промышленных очистных сооружений;

Комплексные задачи, на решение которых направлен проект

- Анализ разработок в области утилизации иловых осадков коммунальных очистных сооружений. Обоснование эффективности разработки и внедрения технологии термокаталитического окисления в кипящем слое катализатора иловых осадков сточных вод коммунальных и промышленных предприятий.

- Проведение экспериментальных исследований сжигания модельных смесей и реального илового осадка с оптимизацией основных параметров термокаталитического окисления в кипящем слое.

- Разработка подходов для связывания кислых газов в отходящих газах, для их внедрения в технологическую цепочку процесса термокаталитической утилизации иловых осадков сточных вод.

- Разработка типоразмерного ряда установок термокаталитического окисления иловых осадков сточных вод. Разработка исходных данных на проектирование и конструкторско-технологической документации установок по утилизации илового осадка различной производительности.

- Проектирование установок по утилизации илового осадка сточных вод различной производительности.

Результаты проекта

Разработка типоразмерного ряда установок термокаталитического окисления иловых осадков сточных вод.

Строительство опытно-промышленной установки на территории Заказчика общей производительности не менее 100 000 т/год по влажному осадку.

Организация производства типоразмерного ряда установок термокаталитического окисления иловых осадков сточных вод с годовой производительностью не менее 6 комплексов оборудования в год.

Реализация проекта позволит первоначально вводить в эксплуатацию не менее 6 комплексов по термокаталитической утилизации иловых осадков в год с суммарной производительностью до 300 тыс.т/год по влажному илу.

Применение такого рода установок на очистных сооружениях приведет к нескольким положительным, с точки зрения коммерциализации, эффектам: утилизация токсичных отходов с применением отечественной технологии, стоимость которой на порядок ниже любых зарубежных аналогов, занятие ниши переработки иловых осадков сточных вод, решение проблем экологии, связанных с образованием и переработкой такого рода отходов.

С точки зрения монетизации, сжигание иловых осадков в кипящем слое катализатора позволяет извлекать из процесса дополнительное тепло, которое может быть направлено как на традиционное теплоснабжение, так и на другие процессы, например выработку электроэнергии или очистку воды до питьевой. Кроме того, при сжигании уже накопившихся объемов осадка высвобождается значительное количество территории, которое может быть использовано с более экономически целесообразной точки зрения, чем полигоны для хранения токсичных отходов.

11. Биотехнологическая переработка органических отходов

Цель проекта: Разработка (био)технологии переработки органической части твердых коммунальных отходов, отходов пищевых комбинатов, свиноферм и птичников, других органических загрязнений в инертную иловую массу.

Задачи проекта:

- разработка комплексов микроорганизмов для двухстадийной переработки органической фракции ТКО отходов пищевых комбинатов, свиноферм и птичников, других органических загрязнений до инертного ила;
- построение демонстрационных стендов;
- проектирование очистных сооружений;
- оценка биобезопасности.

Результаты проекта

Разработана (био)технология использования микроорганизмов для переработки твердых коммунальных отходов, отходов пищевых комбинатов, свиноферм и птичников в инертную иловую массу.

Разработаны комплексы микроорганизмов двухстадийной переработки органической фракции ТКО отходов пищевых комбинатов, свиноферм и птичников, других органических загрязнений до инертного ила.

Разработан демонстрационный стенд площадью 1000 $м^2$ с производительностью по отходам 1000 т в год.

Количество отходов пищевых комбинатов, свиноферм и птичников, переработанных в инертную иловую массу по данной технологии, составляет не менее 40% от их общего объёма.

V. Модульные энерготехнологические комплексы.

12. Технологии рекультивация полигонов твердых коммунальных отходов с производством строительных материалов и вторсырья.

Цель проекта:

создание модульных комплексов по рекультивации полигонов на основе сочетания технологий механической переработки ТКО, автоматической сортировки и плазменной газификации органического остатка.

Задачи проекта:

разработка технологической схемы комплекса,

создание опытно-промышленного образца производительностью по отходам 5 т/ч, отработка на полигоне.

Результаты проекта - уменьшение суммарной площади полигонов на 50%.

Создан опытно-промышленный образец модульного комплекса по рекультивации полигонов производительностью 40 тыс. т в год.

13. Модульные комплексы для электроснабжения установок по переработке ТКО за счет сжигания низкокалорийного топливного газа собственного производства.

Цель проекта:

создание энергоэффективных модульных энергокомплексов для обеспечения электроснабжения установок по переработке ТКО за счет сжигания низкокалорийного топливного газа собственного производства.

Задачи проекта:

- обоснование и разработка оптимальных циклов модульных энергокомплексов на низкокалорийном топливном газе, включая циклы с использованием в качестве рабочего тела воды и органических теплоносителей;
- комплексные исследования органических теплоносителей, предназначенных для использования в качестве рабочих тел циклов модульных энергокомплексов на низкокалорийном топливном газе с воздушным охлаждением;
- разработка типоразмерного ряда модульных энергокомплексов на низкокалорийном топливном газе;
- разработка систем воздушного охлаждения модульных энергокомплексов на низкокалорийном топливном газе;
- создание опытных модульных энергокомплексов на низкокалорийном топливном газе;
- опытно-промышленная эксплуатация модульных энергокомплексов на низкокалорийном топливном газе;
- создание серийного производства модульных энергокомплексов на низкокалорийном топливном газе.

Результаты проекта.

Разработан опытно-промышленный энергокомплекс на низкокалорийном топливном газе мощностью 500 -1000 кВт.

Разработан типоразмерный ряд энергокомплексов от 500 кВт до 5 МВт.

4. Предполагаемые сроки и этапы реализации комплексной программы/комплексного проекта

Срок реализации КНТП — 7 лет.

1 этап - подготовительный. 1 год.

Выбор наиболее перспективных отечественных технологий переработки и утилизации коммунальных и промышленных отходов и уменьшения накопленных экологических проблем (в том числе рекультивации полигонов, хвостов, отвалов).

Разработка технико-экономического обоснования и дорожных карт выполнения НИОКР и проектов полного инновационного цикла.

Срок: 2021 г.

2 этап – НИОКР. 3 года.

Выбор консорциумов исполнителей, доведение технологий до высокого уровня готовности, в том числе завершение НИОКР. Разработка опытно-промышленных образцов установок и комплексов, модельных полигонов.

Срок: 2022 - 2024 гг.

3 этап – промышленное производство, с третьего года.

Организация промышленного производства установок и комплексов и оснащение ими предприятий и организаций, производящих и накапливающих ТКО и промышленные отходы.

Масштабирование технологий, выход на международные рынки.

Срок: 2025 - 2027 гг.

5. Предполагаемый ответственный исполнитель-координатор комплексной программы/комплексного проекта (федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере, соответствующей направлениям реализации комплексной программы, комплексного проекта, или иной главный распорядитель средств федерального бюджета в сфере научно-технической или производственной деятельности, соответствующей направлениям реализации комплексной программы/комплексного проекта, отвечающий за их реализацию и достижение целевых показателей)

Министерство промышленности и торговли Российской Федерации,

6. Предполагаемый соисполнитель комплексной программы, комплексного проекта (федеральный орган исполнительной власти и (или) иной главный распорядитель средств федерального бюджета, отвечающий за реализацию комплексной программы, комплексного проекта и достижение их целевых показателей)

Министерство природы, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

7. Предполагаемые органы государственной власти, научные и образовательные организации, иные организации различных форм собственности, институты развития, являющиеся участниками комплексной программы/комплексного проекта

Научно-исследовательские институты Минобрнауки: ИТ СО РАН, ИК СО РАН, ИЦиГ СО РАН, ИЭОПП СО РАН, ИТПМ СО РАН, ИЭЭ РАН, ИВМиМГ СО РАН, ИХКГ СО РАН.

Университеты: НГУ, ТПУ, НГТУ, СГУГиТ, Новосибирский государственный аграрный университет, МГУ, Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского

Научные организации: ОАО «ВТИ», ЗАО НПВП «Турбокон», ООО «ТЕРМОКОН»

Проектные организации: АО «ГСПИ».

Промышленные предприятия: ГК «Экоросстрой», ГК Росводоканал, АО «ОДК Авиадвигатель», ПАО «Силовые машины», ОАО «Таганрогский котельный завод», ГК

«Евраз», ОАО «Калужский турбинный завод», АО «РЭП Холдинг», ФГУП «ЖКХ ННЦ», ОАО «СКБ Сибэлектротерм», ОАО «Машиностроительный завод ТРУД», АО «Завод «Экран», Холдинг «С2 ГРУПП», ООО «АКС Ресайклинг Машинери», ООО «ЭПОС-ИНЖИНИРИНГ», ООО «Сигма-Про», ООО «Тайгер-Сибирь», ООО «Кварта-Сервис», ООО "НТЦ "Турбопневматик", ООО ИФ «Магма», ООО «Электроплазменные технологии», ООО «Геос-Т», ТОО «Плазматехника R&D», АО «СКТБ «Катализатор».

8. Потенциальные заказчики комплексной программы/комплексного проекта (организации реального сектора экономики, заинтересованные в использовании научных, научно-технических результатов комплексной программы/комплексного проекта и участвующие в выполнении и реализации их мероприятий с целью производства продукции и оказания услуг, а также перечни потенциальных рынков, на которых будут востребованы предлагаемые к разработке и производству продукты и технологии, а также предлагаемые к оказанию услуг)

Российский экологический оператор, региональные экологические операторы, горно-обогатительные предприятия, предприятия ЖКХ, промышленные предприятия – производители оборудования: ПАО «Силовые машины», ОАО «Таганрогский котельный завод», ОАО «Калужский турбинный завод», АО «РЭП Холдинг», АО «ОДК Авиадвигатель», ГК «Экоросстрой», ГК «Евраз» и другие.

9. Оценка ресурсов, необходимых для реализации комплексной программы/комплексного проекта

Предлагаемые объемы и источники финансирования комплексной программы

1 этап – всего 120 млн. руб., из них средства федерального бюджета – 70%.

2 этап – всего 9,4 млрд., из них средства федерального бюджета – 50 %.

3 этап – всего 8 млрд., из них средства федерального бюджета – 30%.

	Этап	Стоимость, млн. руб.	Источники финансирования	В том числе по этапам		
				1	2	3
1	ТЭО	120	70% - Федеральный бюджет	84		
			30% - внебюджетные источники	36		
2	НИОКР, опытно-промышленные комплексы и модельные полигоны	9400	50% - федеральный бюджет		4700	
			50% - внебюджетные источники		4700	
3	Организация промышленного производства, масштабирование и выход на международный рынок	8000	30% - федеральный бюджет			2400
			70% внебюджетные источники			5600
Итого		17520	федеральный бюджет	84	4700	2400
			внебюджетные	36	4700	5600

		источники			
			120	9400	8000

10. Информация о научно-техническом заделе организаций, являющихся потенциальными заказчиками и участниками комплексной программы

ИТ СО РАН вместе с соисполнителями имеет научно-технический задел по следующим технологиям:

автоматическая сортировка ТКО;

плазменная газификация органических отходов;

производство RDF из ТКО;

комплексная переработка отвалов рудообогатительных фабрик;

технология низкоэмиссионного сжигания жидких горючих отходов в присутствии водяного пара с производством тепловой энергии.

В 2018г. ИТ СО РАН заключил Соглашение с Минобрнауки № 14.604.21.0203 на выполнение НИР по теме: «Разработка экологически и экономически эффективной технологии и экспериментального образца роботизированной сортировки твердых бытовых отходов на основе искусственных нейронных сетей» на 60 млн. руб.

В 2020г. будут созданы:

программно-аппаратный комплекс управления экспериментальным сортировочным комплексом на основе нейронных сетей и системы распознавания образов;

роботизированный экспериментальный образец мусоросортировочного комплекса.

Полученные по данной НИР патенты:

1. База данных аннотированных изображений одиночных объектов твёрдых коммунальных отходов, Свидетельство №2019622209 от 18.11.2019.

2. Заявка на изобретение «Роботизированный автоматический комплекс по сортировке твёрдых коммунальных отходов на основе нейронных сетей», № 2019138218 от 25.11.2019

По соглашению с Минобрнауки № 14.607.21.0118 от 27.10.2015 на выполнение НИР «Разработка и исследование электроплазменной установки для экологически чистой и безотходной переработки органических отходов и получения топливного газа для сжигания в электрогенерирующих агрегатах», 2015- 2018 гг.

созданы экспериментальная плазменная установка на 20 кг/ч по газификации органических отходов, электродуговой плазмотрон мощностью 50 кВт.

Результаты защищены патентами (8 российских и 1 евразийский патент), 1 базой данных и 1 программой для ЭВМ:

Евразийский патент 2018г. «Способ и устройство для плазменной газификации органических отходов для получения синтез-газа»;

патент РФ № 11734 «Плавильный плазмотрон», 2011г.;

патент РФ №102978 «Плазменный инсинератор», 2010;

патент РФ №2464748 «Плазмотрон струйно-плавильный», 2010;

патент РФ №2454044 «Электродуговой нагреватель газа», 2010;

патент РФ №2518171 «Электродуговой нагреватель водяного пара», 2012. и др.

База данных химических реакций горения синтез-газа (H2/CH4/CO/ CO2), Свидетельство № 2019622557 от 24.12.2019,

Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2016611382 "Программный модуль для расчета процессов термохимических превращений топлива при газификации топлива при механохимической и плазменной активации с учетом гидродинамики и тепло-массообмена".

Соединение этих технологий является основой для создания комплекса полной переработки ТКО и рекультивации полигонов.

ИТ СО РАН получен патент на изобретение «Комплекс переработки твёрдых коммунальных отходов с автоматизированной сортировкой неорганической части и плазменной газификацией органического остатка», заявка № 201912057 от 01.07.2019

Создан Консорциум «Академэкопарк», целью которого является совместная реализация проекта: «Разработка безотходной, экологически чистой и энергоэффективной модульной технологии переработки ТКО на основе «умной» сортировки и плазменной газификации». Участники консорциума: ИТ СО РАН, ОАО «СКБ Сибэлектротерм», ООО «Электроплазмотех», ФГУП «ЖКХ ННЦ», ФГУП «УЭВ», ООО «Практика успеха».

Подписано рамочное соглашение между ИТ СО РАН, Российским экологическим оператором и ГК «Экоросстрой» по совместной реализации проекта автоматической сортировки ТКО.

Подписано рамочное соглашение между ИТ СО РАН, ИТПМ СО РАН, ОАО «Сибэлектротерм» и АО «ОДК Авиадвигатель» по разработке комплекса плазменной газификации ТКО и производством электроэнергии производительностью 100 тыс. т ТКО в год.

Проект по разработке системы обращения с отходами на основе «Комплекса переработки твёрдых коммунальных отходов с автоматизированной сортировкой неорганической части и плазменной газификацией органического остатка» вошёл в концепцию Академгородок 2.0.

По технологии комплексной переработки отходов горно-обогатительных комбинатов (хвостов) с целью получения концентратов и сырья для производства строительных материалов в ИТ СО РАН в 2014-2016г. выполнена НИР «Разработка способа и установки переработки отходов обогащения углей, углистых аргиллитов, с целью экологической реабилитации территорий, подверженных негативному воздействию в результате деятельности углеобогатительной промышленности, и получения энергетического угольного топлива и сырья для производства широкого спектра строительных материалов», соглашение с Минобрнауки № 14.607.21.0106.

Получены следующие результаты:

разработан экспериментальный образец установки (ЭОУ) переработки отходов обогащения углей (ООУ), углистых аргиллитов;

проведены комплексные испытания механических и аэродинамических характеристик узлов и элементов экспериментальной установки на холостом ходу и в процессе переработки отходов обогащения углей, углистых аргиллитов.

Настройка режимов работы ЭОУ позволила найти оптимальные технологические параметры, в результате чего было получено угольное топливо и минеральное сырье для производства цемента и керамических стеновых материалов. Эти результаты были подтверждены исследованиями представительных проб ООУ, углистых аргиллитов Коркинского угольного разреза до и после обогащения на ЭОУ. Сырье для производства строительных материалов было получено за счет пневматической сепарации продуктов селективного помола на первой ступени пылеосаждения и на нем отработана технология получения керамического кирпича в лабораторных и заводских условиях. По результатам экспериментальных работ были составлены лабораторные технологические регламенты переработки ООУ, углистых аргиллитов с получением угольного топлива и минерального сырья для производства цемента и керамических стеновых материалов и производства стеновых керамических материалов на основе полученных продуктов переработки ООУ, углистых аргиллитов.

Разработан проект ТЗ на ОКР «Создание установки для получения энергетического угольного топлива и сырья для производства широкого спектра строительных материалов путем утилизации отходов обогащения углей, углистых аргиллитов».

Полученные по данной НИР патенты:

патент на изобретение № 2629570 «Установка для дробления, селективного помола, ушки и сепарации полиминеральных промышленных отходов»;

патент на изобретение № 2619905 «Мельница-сушилка для дробления, селективного помола и сушки полиминеральных отходов»;

патент на полезную модель № 168994 «Вихревая мельница».

По технологии низкоэмиссионного сжигания жидких горючих отходов в присутствии водяного пара с производством тепловой энергии.

Предложен и реализован перспективный способ сжигания некондиционных жидких углеводородов в горелочном устройстве с распылением струей перегретого водяного пара. Разработаны и созданы оригинальные жидкотопливные горелочные устройства, защищенные патентами РФ на изобретения: РФ № 2219435 (2003); РФ № 2450207 (2012); РФ № 2523591 (2014); РФ № 2579298 (2016); РФ № 2678150 (2019); РФ № 2684300 (2019); РФ № 2705494 (2019); РФ № 2705495 (2019).

Найдены зависимости основных теплотехнических и экологических показателей от параметров пара при сжигании в горелочном устройстве жидких углеводородов с распылением струей перегретого водяного пара. Концентрации CO и NO_x удовлетворяет 3 классу по EN 267, показатели по NO_x в полтора раза ниже нормативного уровня. Показано, что по сравнению с технологией сжигания с подачей струи нагретого воздуха технология паровой газификации позволяет на 30% снизить производство оксидов азота при высокой полноте сгорания топлива.

ИТ СО РАН обладает следующим оборудованием для выполнения КП:

уникальная научная установка (УНУ): «Крупномасштабный термогидродинамический стенд для исследования тепловых и газодинамических характеристик энергоустановок» (ТГД комплекс ИТ СО РАН, рег. №73570);

два центра коллективного пользования: ЦКП НОЦ Энергетика (совместно с Новосибирским Государственным Университетом, создан в 2005 году, не зарегистрирован на официальном сайте), ЦКП Механика (совместно с 27 ИТПМ СО РАН и ИГиЛ СО РАН; создан в 2004 году, номер регистрации на официальном сайте – 76915). В Институте функционирует опытное производство, обеспечивающее поддержку выполнения НИОКР по различным тематическим направлениям и изготовление изделий для собственных хозяйственных нужд. ИТ СО РАН совместно с ИТПМ СО РАН, ИГиЛ СОРАН и ИХКиГ СО РАН является инициатором проекта по созданию Междисциплинарного исследовательского комплекса аэрогидродинамики, машиностроения и энергетики в рамках программы Академгородок 2.0.

ИЦиГ СО РАН имеет следующий задел по проекту **«Биотехнологии использования микроорганизмов для переработки твердых коммунальных отходов»:**

коллектив исполнителей включает высококвалифицированных специалистов в области биотехнологии, микробиологии, молекулярной биологии, метагеномных исследований, протеомики, масс-спектрометрии.

У членов коллектива имеется значительный опыт по организации и проведению экспедиционных работ и последующему изучению отобранного материала. Имеется большой опыт в области проведения экспериментальных исследований по успешному выделению, культивированию, изучению фенотипических и филогенетических свойств различных групп микроорганизмов (археи, бактерии, цианобактерии и водоросли) [Bryanskaya et al., 2014; Bryanskaya et al., 2015; Piligaev et al., 2015]. Так, работы членов коллектива по выделению микроорганизмов из экстремальных природных экосистем привели к созданию важного научного результата - коллекции микроорганизмов ИЦиГ СО РАН [Брянская и др., 2014].

В настоящее время коллекция насчитывает более 2500 чистых и смешанных культур. В состав коллекции входят организмы разных экологических и физиологических групп, в том числе более 95% коллекции составляют микроорганизмы, использующие для роста различные органические субстраты.

Кроме того, в процессе выделения микроорганизмов и их филогенетической и фенотипической характеристики был выявлен новый вид термофильных микроорганизмов - *Geobacillus icigianus* G1w1^T [Bryanskaya et al., 2015]. Имеется опыт исследования микробных сообществ при помощи метагеномных методов, что позволило впервые провести описание состава и структуры бентосного микробного сообщества экстремальной экосистемы Камчатки [Rozanov et al., 2014]. Для ряда штаммов коллекции микроорганизмов ИЦиГ СО РАН, выделенных из экстремальных экосистем, проведено полногеномное секвенирование и аннотирование их геномов, что дает возможность использовать эти данные для поиска генов, ферментов, метаболических путей и циклов, вовлеченных в процесс разложения и синтеза соединений, перспективных для биотехнологических процессов [Rozanov et al., 2014 а,б; Bryanskaya et al., 2014; Rozanov et al., 2015; Rozanov et al., 2017].

Коллектив обладает необходимыми навыками проведения генно-инженерных модификаций штаммов. На основе термофильных микроорганизмов коллекции ИЦиГ СО РАН были созданы рекомбинантные штаммы Geobacillus. В ходе проведения экспериментальных работ в геном Geobacillus spp. внесены направленные изменения, с помощью которых была оптимизирована выработка данными штаммами целевого продукта (молочной кислоты).

Для успешного выполнения проекта в ИЦиГ СО РАН имеется следующее оборудование: ламинарные шкафы, автоклавы, термостаты, низкотемпературные холодильники (до -70^{o}C), лиофильная сушка FreeZone®Triad™Freeze Dry System 7400040 (Labconco), центрифуги, микроскопическая техника ЦКП микроскопии (микроскопы световые и люминесцентные, лазерный сканирующий микроскоп LSM500META производства фирмы ZEISS), оборудование для молекулярно-биологических исследований ЦКП секвенирования (ДНК амплификаторы фирмы Bio-Rad), биореактор Bio Flo110. Указанные приборы позволяют провести адекватное выделение и описание штаммов, осуществить их фенотипическую и филогенетическую характеристику.

Для выполнения работ по проекту могут быть использованы услуги следующих центров коллективного пользования:

ЦКП микроскопического анализа биологических объектов СО РАН,

ЦКП «Геномика» СО РАН,

ЦКП Протеомных исследований ИЦиГ СОРАН,

ЦКП «Биоинформатика».

ИК СО РАН имеет следующий задел по проекту

Каталитические технологии окисления иловых осадков коммунальных и промышленных очистных сооружений.

Направление по термокаталитическому сжиганию иловых осадков сточных вод имеет существенный научно-технического задел и базируется на теоретических и экспериментальных исследованиях Института катализа СО РАН в области каталитических процессов в псевдоожиженном слое и разработке высоко активных катализаторов глубокого окисления веществ, обладающих повышенными прочностными характеристиками.

Полученные в ИК СО РАН теоретические и экспериментальные данные позволили создать принципиально новые конструкции каталитических теплофикационных установок (КТУ) с псевдоожиженным слоем катализатора мощностью 0,25 МВт, работающих на жидких и твердых топливах, которые прошли всесторонние испытания в Российской Федерации. С 1993 года по 2004 год в РФ эксплуатировались десятки котельных с кипящим слоем катализатора, работавших на дизельном или печном топливе. Опыт их эксплуатации показал высокую эффективность каталитического сжигания топлив. Однако из-за резкого удорожания жидкого топлива в настоящее время котельные переведены в ранг резервных. В 2008 году на ж/д станции Артышта (Кемеровская область) был

проведен пуск первой котельной на основе технологии сжигания в кипящем слое катализатора, суммарной мощностью 3 Гкал/ч (3 реактора по 1,0 Гкал/ч каждый). Данная котельная работает на более дешевом топливе – буром угле. В 2010 году была введена в эксплуатацию котельная на буром угле мощностью 1 Гкал/ч в п.г.т. Юрга (Кемеровская область). На настоящий момент, компанией СПКБ «Энергия», являющейся партнером ИК СО РАН, спроектировано, построено и введено в опытную эксплуатацию 5 котельных на угле мощностью от 1 до 6 Гкал/ч.

С 2019 года ведутся работы по внедрению опытной установки термокаталитического сжигания иловых осадков сточных вод коммунального хозяйства г. Омска на территории очистных сооружений АО «ОмскВодоканал», производительностью 1,5 т/час по сухому осадку. На данный момент завершается монтаж установки и идет подготовка к пуско-наладочным испытаниям.

Полученный опыт при создании угольных котельных и опытной установки по переработке иловых осадков сточных вод будет использован при проведении ОКР для создания типоразмерного ряда опытно-промышленных и промышленных установок для термокаталитической утилизации иловых осадков коммунальных и промышленных предприятий.

Организация-заявитель (Институт катализа СО РАН) обладает опытом по выполнению государственных контрактов ФЦП «Приоритетные направления» по близким тематикам (№ 02.513.11.3482, №16.526.11.6003, №02.526.11.6007, №16.516.11.6049, №16.526.12.6012, №14.516.11.0069).

ОАО «ВТИ» имеет следующий задел по проектам

Пиролиз с твердым теплоносителем для получения электроэнергии, тепла и полезных продуктов из отходов лесопромышленного и с/х комплексов

Сжигание и газификация топлив в циркулирующем кипящем слое для переработки отходов добычи и обогащения углей. Совместное сжигание органосодержащих отходов с ископаемыми топливами

Энергетическая утилизация ТКО для ТЭС на базе ТКО электрической мощностью 12МВт и более.

ОАО «ВТИ», является ведущим в РФ исследовательским центром в области экологически чистого сжигания различных топлив, а также использования технологии ЦКС. Результатам многочисленных фундаментальных исследований, в том числе с международным участием, дали следующий научный задел по проекту.

Разработана оригинальная методика расчета топочного контура котла с ЦКС, включая расчёт гидродинамики топки, кондуктивно-конвективного теплообмена, сепарации частиц и гидродинамики опускных систем возврата.

Разработаны методы определения характеристик теплообмена и гидродинамики двухфазного потока в ЦКС, включая определение локального теплообмена, локальных и интегральных потоков частиц и их концентраций.

Впервые в России выполнены исследования гидродинамики связанных между собой реакторов для полигенерирующих систем с получением тепла, электроэнергии и полезных продуктов (генераторный газ, моторные топлива).

Выполнена первая в России работа по анализу систем улавливания CO_2 и возможностям захоронения. Разработана инженерная методика расчета систем со сжиганием топлив в химических циклах.

На базе промышленных исследований разработана трехзонная модель теплового расчёта топки котла с кипящим слоем для сжигания биомассы.

Выполнены разработки использования металлотканевых фильтров применительно к высокотемпературной очистке генераторных газов.

Разработаны новые системы комбинированной высокотемпературной очистки газов от твердых частиц с использованием магнитных и каталитических технологий. В

России разработаны и доложены на НТС Минэнерго предложения АНО ИЦЭМ, Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН и ОАО «ВТИ» по разработке подобных систем. Ряд фундаментальных исследований в этом направлении выполнен ОАО «ВТИ» при финансовой поддержке РФФИ. Выполнен ряд расчётных работ по совместному сжигания биомассы и ископаемых топлив и работа по контракту с Ченьженьским университетом (Китай) в области полигенерирующих систем с получением тепла, электроэнергии и полезных продуктов.

На действующих московских предприятиях по термической переработке ТКО выполнены комплексные систематические исследования процессов и технологий, обеспечивающие экологически безопасное использование ТКО на ТЭС в качестве топлива.

Разработана, протестирована и принята в виде стандарта предприятия методика определения теплотехнических характеристик ТБО, необходимых для выбора и эффективной эксплуатации технологического оборудования предприятий для термической переработки ТКО.

Получены и обобщены экспериментальные данные по коррозионной стойкости материалов труб для пароперегревательных поверхностей нагрева котлов, сжигающих ТКО.

Установлено и исследовано влияние минеральной части ТКО на связывание в газоходах котла газообразных соединений серы, хлора и фтора, образующихся в процессе сжигания, содержание которых в уходящих газах нормируется природоохранными органами.

На промышленных установках проведены экспериментальные исследования эффективности различных технологий очистки газообразных продуктов сгорания, образующихся при сжигании отечественных ТКО, от вредных веществ, включая полихлорированные дибензо-пара-диоксины (ПХДД) и полихлорированные дибензофураны (ПХДФ).

ИЭЭ РАН имеет задел по следующим технологиям п**лазменной газификации.**

Разработаны, созданы и испытаны плазмотроны переменного тока промышленной частоты для воздуха мощностью до 500 кВт, для водяного пара мощностью до 100 кВт с КПД передачи электрической энергии плазмообразующей среде не менее 93 %. Ресурс работы съемных электродов этих плазмотронов превышает 2000 часов.

Создана лабораторная установка для слоевой газификации твердых углерод-водород-содержащих веществ производительностью до 120 кг/ч, оборудованная несколькими портами под установку генераторов плазмы для организации нескольких дутьевых зон одновременно, системой шлакоудаления, системой утилизации и очистки полученного сингаза, газоаналитическим комплексом, позволяющим непрерывно контролировать состав сингаза. На установке проведена серия экспериментов по воздушно-плазменной газификации различных твёрдых топлив, биомассы, твёрдых отходов.

Создана лабораторная установка плазменной высокотемпературной минерализации жидких токсичных веществ. На установке проведена серия экспериментов по плазменному уничтожению хлор-фтор-содержащих органических жидкостей.

Разработан рабочий проект установки плазменной высокотемпературной минерализации отходов здравоохранения классов Б, В и Г.

ИВМиМТ и ИХКиГ имеют следующий задел по проекту «**Интеллектуальное (цифровое) управление «Комплексными системами обращения с отходами» и технологическими процессами переработки отходов»**

В ИВМиМГ СО РАН разработаны пионерские математические модели процессов тепломассопереноса и горения, а также оригинальные подходы к обработке больших

данных. Разработаны алгоритмы решения задач обратного моделирования процессов переноса и трансформации примесей в атмосфере на основе многомерных моделей адвекции-диффузии-реакции (в частности, имеется возможность решать задачи идентификации источников и параметров моделей с использованием данных гетерогенных систем мониторинга). В институте создан комплекс моделей по оценке параметров источников и реконструкции зон загрязнения на основе данных геохимического мониторинга загрязнения воздуха, природных планшетов. Среди исполнителей проекта имеются руководители двух грантов РНФ, а также разработчики патентов и зарегистрированных комплексов программ.

По инициативе руководства ИВМиМГ СО РАН в 2001 году был создан Центр коллективного пользования «Сибирский суперкомпьютерный центр» (ЦКП ССКЦ). Этот центр имеет подготовленные помещения, инженерную инфраструктуру и инженерно-технический персонал для расширения вычислительной мощности центра до 5ПФЛОПС. Он обслуживает более 200 пользователей из более, чем 25 научных и образовательных организаций.

В ИХКиГ имеются: аппаратура и экспериментальные методики для отбора и анализа конденсированной и газовой фазы при горении и пиролизе энергетических материалов, их компонентов, лесных горючих материалов (см. следующий раздел), а также программное обеспечение для решения задач распространения и эволюции конденсированных и газообразных соединений в атмосфере.

ЗАО НПВП «Турбокон», ООО «ТЕРМОКОН», МГТУ и КГУ имеют задел по проекту «**Модульные комплексы для электроснабжения установок по переработке ТКО за счет сжигания низкокалорийного топливного газа собственного производства».**

Совместно с МГТУ и КГУ **ЗАО НПВП «Турбокон»** созданы две лаборатории: Межведомственная научно-исследовательская лаборатория (МНИЛ) имени профессора В.А. Федорова и научно-исследовательская лаборатория теплофизики и газодинамики.

Для разработки высокоэффективных экологически чистых технологий в лабораториях создано более 20 экспериментальных стендов, на которых проводятся фундаментальные и прикладные научно-исследовательские работы в целях решения важнейших научно-технических и технологических задач в рамках ФЦП по приоритетным направлениям развития научно-технического и оборонного комплекса России, включающих совершенствование применяемых технологических процессов и оборудования, обеспечивающих производство конкурентоспособной продукции, соответствующей стандартам качества и экологической безопасности.

Для реализации данного проекта будут использованы 3 имеющихся в наличии экспериментальных стенда:

1) Стенд для исследований экспериментального образца парогенератора с компактным перегревателем предназначен для проведения исследовательских работ по турбинам, работающим по термодинамическим циклам, использующим в качестве рабочего тела фреон и служит для изучения процессов парообразования хладагента.

Стенд для исследований экспериментального образца парогенератора с компактным перегревателем обеспечивает:

– преобразование жидкообразного хладагента с параметрами P = 2,5 МПа, t= 50 ºС и расходом 0,25 кг/с в пар с параметрами P = 2,5 МПа, t = 120 ºС и расходом 0,25 кг/с;

– конденсацию пара хладагента;

– регистрацию заданных параметров;

– управление и защиту по предельным параметрам;

– контроль состояния экспериментального образца и стендового оборудования.

2) Стенд для исследований экспериментального образца воздушного конденсатора предназначен для проведения исследовательских работ по турбинам, работающим по термодинамическим циклам, использующим в качестве рабочего тела фреон и служит для изучения процессов конденсации пара в экспериментальном образце воздушного конденсатора.

Стенд для исследований экспериментального образца воздушного конденсатора обеспечивает:

– преобразование жидкообразного хладагента с параметрами P = 2,5 МПа, t = 50 °С и расходом 0,15 кг/с в пар с параметрами P = 2,5 МПа, t = 120 °С и расходом 0,15 кг/с;

– конденсацию пара хладагента;

– регистрацию заданных параметров;

– управление и защиту по предельным параметрам;

– контроль состояния экспериментального образца и стендового оборудования.

3) Стенд для исследований экспериментального образца теплоутилизатора предназначен для проведения исследовательских работ по определению тепловых параметров трубного пучка, характеристики которого моделируют параметры действующих теплоутилизаторов газотурбинных установок в экспериментальном образце теплоутилизатора.

Стенд для исследований экспериментального образца теплоутилизатора обеспечивает:

Параметры воды

- давление, МПа 0,4;
- температура, °С 20;
- расход, кг/с 0,5;
- температура воды на выходе из теплоутилизатора, °С 50.

Параметры газа на входе в теплоутилизатор:

- давление, кПа (атмосферное) 100;
- расход, кг/с 0,5;

– регулирование расходных характеристик рабочего потока;

– регистрацию заданных параметров;

– управление и защиту по предельным параметрам;

– контроль состояния экспериментального образца и стендового оборудования.

На базе лабораторий выполнены исследования макетов теплообменных аппаратов перспективных утилизационных энергокомплексов, использующих в качестве рабочего тела цикла воду и органические теплоносители. По результатам исследований опубликовано 73 статьи в рецензируемых изданиях.

ЗАО НПВП «Турбокон» совместно с ОАО ВТИ создана и испытана опытно-промышленная воздушная конденсационная установка, обеспечивающая повышенный коэффициент теплопередачи по сравнению с лучшими мировыми образцами. Указанная установка является прототипом воздушных конденсаторов, которые будут разрабатываться в рамках проекта.

ЗАО НПВП «Турбокон» и ООО «ТЕРМОКОН» выполнено 3-D моделирование проточной части турбин и оптимизация циклов энергоустановок с органическими рабочими телами.

ЗАО НПВП «Турбокон» и ООО «ТЕРМОКОН» разработана эскизная документация и технические предложения на энергокомплексы органического цикла Ренкина

По тематике проекта получено 40 патентов.

Участники проектов обладают опытом по выполнению государственных контрактов ФЦП «Приоритетные направления» по близким тематикам (№ 16.526.12.6013

от 11.10.2011 г. №14.579.21.0031 от 05.06.2014 г., №14.576.21.0049 от 26.08.2014 г., № 14.579.21.0148 от 26.09.2017 г.).

11. Результаты программы

Результаты 1 этапа:

Отобраны наиболее перспективные отечественные технологии переработки и утилизации коммунальных и промышленных отходов и уменьшения накопленных экологических проблем, в том числе рекультивации полигонов, хвостов, отвалов – не менее 15;

разработаны технико-экономические обоснования и дорожные карты выполнения НИОКР и проектов полного инновационного цикла – не менее 13.

Результаты 2 этапа:

Разработаны технологии высокого уровня готовности – не менее 13.

Разработаны опытно-промышленные образцы установок и комплексов – не менее 13;

оборудовано модельных полигонов – не менее 2.

Производительность опытно-промышленных комплексов

автоматической сортировки ТКО на основе нейронных сетей с отбором вторсырья – 5 тыс. т в год;

плазменной газификации ТКО с производством топливного газа и строительных материалов — 2 т/ч (16 тыс. т/год);

плазменной утилизации медицинских отходов — 150 кг/ч (1,2 тыс. т/год);

плазменной утилизации опасных промышленных органических отходов — 100 кг/ч (0,8 тыс. т/год);

производства RDF из ТКО с целью последующего сжигания или газификации – 5 тыс. т в год;

комплексной переработки отходов рудообогатительных фабрик с целью получения концентратов и сырья для производства строительных материалов – 150 тыс. т в год;

низкоэмиссионного сжигания жидких горючих отходов и водоугольной суспензии в присутствии водяного пара с производством тепловой энергии – 2 МВт (по отходам - 5 т/сутки).

генерации электроэнергии из низкокалорийного топливного газа – 500 кВт;

каталитического окисления иловых осадков коммунальных и промышленных очистных сооружений – 100 тыс. т в год.

Демонстрационный стенд биотехнологии переработки органических отходов - площадью 1000 м^2 с производительностью по отходам 1000 т в год.

Опытно-промышленная установка по пиролизу с твердым теплоносителем для получения электроэнергии, тепла и полезных продуктов из отходов лесопромышленного и с/х комплексов с тепловой мощностью до 10 МВт с долей выработки электроэнергии до 30 % с КПД более 30 %.

Сжигание и газификация топлив в циркулирующем кипящем слое для переработки отходов добычи и обогащения углей - создана опытно-промышленная установка с тепловой мощностью до 300 МВт, производством в год до 700 тыс. МВт·ч электроэнергии и до 100 тыс. Гкал тепла.

Энергетическая утилизация ТКО для ТЭС - создание опытно-промышленной ТЭС производительностью по сжигаемым ТКО – 180 тыс. т в год, электрической мощностью - 12 МВт, с производством тепловой энергии и золошлаковым инертным полуфабрикатом для использования в стройиндустрии и дорожном строительстве.

Рекультивация полигонов - опытно-промышленный образец модульного комплекса по рекультивации полигонов имеет производительность 40 тыс. т в год.

В результате выполнения проекта по разработке технологии утилизации иловых осадков коммунальных очистных сооружений будут созданы опытно-промышленные и промышленные теплогенерирующие объекты в следующей динамической развертке:

- 2021 г. первая очередь технологии производительностью 16 тыс. т/год обводненного осадка. Объем привлеченных внебюджетных средств не менее 300 млн. рублей;
- к 2022 г. ввод в эксплуатацию объекта с общей производительностью не менее 50 тыс.т/год и объемом инвестиций не менее 1 млрд. рублей;
- к 2024 году создание заводов по утилизации иловых осадков коммунальных очистных сооружений общей производительностью не менее 130 тыс. т/год и суммарной генерацией тепловой энергии свыше 80 ГВт.

Оборудовано 2 модельных полигона на 50 тыс. т ТКО в год, где отработаны:

- технология рекультивация полигонов твердых коммунальных отходов с производством строительных материалов и вторсырья;
- биотехнологии использования микроорганизмов для переработки твердых коммунальных отходов.

Результаты 3 этапа.

Масштабирование технологий, выполнение НИОКР по оптимизации и масштабированию технологий.

Промышленное производство установок и комплексов и оснащение ими предприятий и организаций, производящих и накапливающих ТКО и промышленные отходы.

Выход на международные рынки – **с четвертого года.**

Выполнение индикаторов

национального проекта "Экология", федеральных проектов

«Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами»; «Внедрение наилучших доступных технологий»; «Чистая страна»,

Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года;

Комплексной стратегии обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации, рассчитанной до 2030 года.

С использованием разработанных промышленных комплексов и новых технологий осуществляется ликвидация наиболее опасных объектов накопленного экологического вреда, шт.- **10-20 в год;**

количество введенных в эксплуатацию производственно-технических комплексов по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов III-V классов опасности - **10-50 в год;**

доля твердых коммунальных отходов, направленных на утилизацию, в общем объеме образованных ТКО- **40%;**

доля твердых коммунальных отходов, направленных на обработку в общем объеме образованных твердых коммунальных отходов **80%;**

Введено в промышленную эксплуатацию **20 млн. тонн мощностей** по обработке ТКО.

Введено в промышленную эксплуатацию **10 млн. тонн** мощностей по утилизации отходов и фракций после обработки ТКО.

Сформированы система оценки и экспертное сообщество наилучших доступных технологий по переработке и утилизации КПО, создана база данных технологий, разработчиков и производителей.

Построены, реконструированы (модернизированы) производства оборудования экологического машиностроения.

Рекультивированы земельные участки, на которых расположены полигоны ТКО в границах городов – **50 ед. в год.**

Уменьшение суммарной территории полигонов ТКО **на 50%.**

Предполагаемые показатели приведены на срок **с 2021 по 2030 годы,** включая срок реализации комплексной программы и ее масштабирование:

- общий объем инвестиций до стадии завершения НИОКР и создания опытно-промышленных образцов - 9520 млн. руб. (из них государственное финансирование – 4784 млн. руб.)
- суммарный валовой объем продаж на конец 2030 года – более 20 млрд. руб. в год;
- суммарное количество созданных рабочих мест – более 10000.

Создано 8 профильных экотехнопарков:

в Новосибирской области - по технологиям переработки ТКО с производством электроэнергии и рекультивации полигонов;

в Кемеровской области – по переработке отходов сжигания углей, углеобогащения; в Омской области – по переработке жидких коммунальных отходов;

в Ивановской области - по технологиям переработки ТКО;

в Тюменской области, ХМАО, ЯНАО– по утилизации отходов нефтедобычи; в Нижегородской области – по переработке промышленных отходов;

в Республике Алтай - по утилизации органических пищевых отходов и биомассы с выработкой электроэнергии;

в Республике Крым – по утилизации органических пищевых отходов с выработкой электроэнергии (в частности, для опреснения воды).

Интегральные показатели проектов «КНТП – КСОО».

	Название / папка	Организация	Продукт	Инд. партнер	Производитель
1	**Интеллектуальное (цифровое) управление комплексными системами обращения с отходами и технологическими процессами переработки отходов** **«Цифровые платформы»**	ИВМиМГ СО РАН ИХКГ СО РАН	интерактивная база данных КСОО; интегрированное суперкомпьютерное программное обеспечение (цифровые платформы) КСОО, вычислительный комплекс с пиковой производительностью более 0.5 ПФЛОПС и многоуровневая система хранения данных суммарной емкостью более 1ПБ.		
2	**Автоматическая сортировка ТКО на основе нейронных сетей с отбором вторсырья** **«Сортировка»**	ИТ СО РАН, ООО «Сигма-Про»,	Технология автоматической сортировки ТКО на основе нейронных сетей, программное обеспечение и опытно-промышленный комплекс на 5 тыс. т в год	Экоросстрой, РЭО	ООО «Сигма-Про»
3	**Плазменная газификация ТКО, органических отходов, медицинских отходов** **«Плазменная газификация»**	ИТ СО РАН, ИЭЭ РАН, ИТПМ СО РАН	опытно-промышленнная установка газификации ТКО — 2 т/ч, (16 тыс. т/год); установка утилизации медицинских отходов — 150 кг/ч (1,2 тыс. т/год); установка утилизации опасных промышленных органических отходов — 100 кг/ч (0,8 тыс. т/год).	Алмаз-Антей, Сибэлектротерм	Алмаз-Антей, Силовые машины Сибэлектротерм
4	**Пиролиз с твердым теплоносителем для получения электроэнергии, тепла и полезных продуктов из отходов лесопромышленного и с/х комплексов**	ОАО «ВТИ»,	Опытно-промышленная установка с тепловой мощностью до 10 МВт с долей выработки электроэнергии до 30 % с КПД более 30 %,	ОАО ТКЗ «Красный котельщик», АО «Завод	ОАО ТКЗ «Красный котельщик», АО «Завод

	«Пиролиз»		производящая генераторный газ с теплотой сгорания 12 – 14 МДж/м^3	котельного оборудования», г. Белгород	котельного оборудования», г. Белгород
5	**Сжигание и газификация топлив в циркулирующем кипящем слое для переработки отходов добычи и обогащения углей.** **«ЦКС»**	ОАО «ВТИ»	опытно-промышленная установка с тепловой мощностью до 300 МВт, производством в год до 700 тыс. МВт·ч электроэнергии и до 100 тыс. Гкал тепла т	ОАО ТКЗ «Красный котельщик», АО «Завод котельного оборудования», г. Белгород	ОАО ТКЗ «Красный котельщик», АО «Завод котельного оборудования», г. Белгород
6	**Энергетическая утилизация ТКО для ТЭС на базе ВИЭ электрической мощностью 12МВт и более** **«Сжигание ТКО»**	ОАО «ВТИ»	опытно-промышленная ТЭС производительностью по сжигаемым ТКО – 180 тыс. т в год, электрической мощностью - 12 МВт	ОАО ТКЗ «Красный котельщик», АО «Завод котельного оборудования», г. Белгород	Силовые машины, ОАО ТКЗ «Красный котельщик», АО «Завод котельного оборудования», г. Белгород
7	**Технология сжигания некондиционных жидких углеводородных топлив, в том числе в виде водоугольной суспензии** **«Сжигание ЖГО»**	ИТ СО РАН	опытно-промышленный комплекс производительностью по отходам 5 т в сутки (2 МВт).	ООО «ЗиО-КОТЭС» ПАО «Интер РАО ЕЭС»,	Сибстронг
8	**Производство RDF из ТКО**	СибГИУ (Новокузнецк) НГАСУ (Сибстрин) ИТ СО РАН	опытно-промышленный комплекс по производству RDF производительностью 2 т/ч.	ООО «Кварта-Сервис»	Силовые машины
9	**Комплексная переработка отвалов рудообогатительных фабрик** **«Отвалы РОФ»**	СибГИУ (Новокузнецк) НГАСУ (Сибстрин) ИТ СО РАН	Комплекс на 150 тыс. т/год	ОАО «Евразруда»	

10	**Термокаталитическое окисление иловых осадков сточных вод коммунальных и промышленных очистных сооружений** **«Илы»**	ИК СО РАН	комплекс по утилизации иловых осадков менее 100 000 т/год по влажному осадку.	ООО Росводоканал, АО Авангард	
11	**Биотехнологическая переработка органических отходов** **«Биотехнологии»**	ИЦиГ СО РАН	демонстрационный стенд площадью 1000 $м^2$ с производительностью по отходам 1000 т в год.		Ростехнологии
12	**Рекультивация полигонов**	ИТ СО РАН	опытно-промышленный образец модульного комплекса по рекультивации полигонов производительностью 40 тыс. т в год.	РЭО	Алмаз-Антей, Силовые машины
13	**Модульные комплексы для электроснабжения установок по переработке ТКО за счет сжигания низкокалорийного топливного газа собственного производства.** **«Электрогенерация»**	ЗАО НПВП «Турбокон», ООО «Термокон»	опытно-промышленный энергокомплекс на низкокалорийном топливном газе мощностью 500-1000 кВт.	ОАО ТКЗ, ОАО КТЗ, АО «РЭП Холдинг», АО «Борхиммаш» «ОДК Авиадвигатель»	ОАО ТКЗ, ОАО КТЗ, АО «РЭП Холдинг», АО «Борхиммаш» «ОДК Авиадвигатель»

Интегральные показатели стоимости

название проекта	вид отходов	Результат НИОКР	производительность ОПУ	Стоимость НИОКР, млн. руб.	себестоимость установки
Биотехнологии	органическая часть свежих ТБО	стенд на модельном полигоне	1-10 тыс. т в год	100	
Илы	сточные коммунальные	установка	100 тыс т/год по илу	950	350 млн.

Отвалы РОФ	отвалы рудообогатительных фабрик	установка	150 тыс. т/год	80	30
Пиролиз	отходы лесопромышленного и с/х комплексов	установка	10 МВт	1800	
Плазма_ТКО	твердые органические отходы	установка	2 т/ч	1500	800
Плазма_медототходы	медотходы	установка	150 кг/ч	200	60
Сжигание ТКО	ТКО	установка	12 МВт	1800	
Сжигание ЖГО	жидкие горючие отходы, ВУС	установка	2 МВт	1100	720
Сортировка	ТКО, вторсырье	комплекс	5 тыс. т /год	50	15
ЦКС	отходы добычи и обогащения углей, с/х и древесные отходы при совместном сжигании с углем. Отходы нефтепереработки	установка	3 МВт до 600 тыс. т/год	1100	
Электрогенерация	низкокалорийный синтез-газ	комплекс	500 кВт-1 МВт	800	300